



ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО НАУЧНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ РОССИЙСКОЙ  
ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки

«Институт автоматизации и процессов управления»

Дальневосточного отделения Российской академии наук»

(ИАПУ ДВО РАН)

**«СОГЛАСОВАНО»**

Руководитель направления  
подготовки аспирантов 27.06.01  
«Управление в технических системах»

 А.В. Лебедев

«14» августа 2014 г.

**«УТВЕРЖДАЮ»**

Заместитель директора по научно-образовательной и инновационной деятельности, д.ф.-м.н.

 Н.Г. Галкин



2014 г.

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ (РПУД)

**Методы выполнения и обработки экспериментальных исследований**

**Направление подготовки 27.06.01 – «Управление в технических системах»,**

**Профиль «Системный анализ, управление и обработка информации»**

**Образовательная программа «Системный анализ, управление и обработка информации»**

#### **Форма подготовки (очная)**

Институт автоматизации и процессов управления ДВО РАН (ИАПУ ДВО РАН)

Междисциплинарная кафедра подготовки кадров высшей квалификации (МК ПКВК)

курс 2 семестр 4  
лекции 18 час. / 0.5 з.е.  
практические занятия – 18 час. / 0.5 з.е.  
лабораторные работы – нет  
всего часов аудиторной нагрузки 36 (час.) / 1.0 з.е.  
самостоятельная работа 36 (час.) / 1.0 з.е.  
контрольные работы не предусмотрены  
курсовая работа / курсовой проект не предусмотрены  
зачет 4 семестр  
экзамен не предусмотрен

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями федерального государственного образовательного стандарта высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации), утвержденного приказом министерства образования и науки РФ от 30 июля 2014 № 892.

Рабочая программа обсуждена на заседании МК ПКВК, протокол № 1 от «14» августа 2014 г.

Заведующий (ая) кафедрой: д-р физ.- мат. наук, профессор Н.Г. Галкин

Составитель (ли): канд. тех. наук, с.н.с. лаб. робототехнических систем А.А. Кацулин.



**Оборотная сторона титульного листа РПУД**

**I. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

(подпись)

(И.О. Фамилия)

**II. Рабочая программа пересмотрена на заседании кафедры:**

Протокол от «\_\_\_\_\_» \_\_\_\_\_ 20\_\_ г. № \_\_\_\_\_

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

(подпись)

(И.О. Фамилия)

## **АННОТАЦИЯ**

Дисциплина «Методы выполнения и обработки экспериментальных исследований» предназначена для аспирантов, обучающихся по образовательной программе Системный анализ, управление и обработка информации и входит в вариативную часть учебного плана.

При разработке рабочей программы учебной дисциплины использованы Федеральный государственный образовательный стандарт высшего образования (уровень подготовки кадров высшей квалификации) по направлению подготовки 27.06.01 Управление в технических системах, учебный план подготовки аспирантов по профилю «Системный анализ, управление и обработка информации».

### **Цель:**

Целью изучения данной дисциплины является приобретение теоретических знаний и практических навыков проведения экспериментальных исследований и обработки полученных результатов с целью проверки теоретических положений (подтверждения рабочей гипотезы) и более широкого и глубокого изучения темы научного исследования.

### **Задачи:**

- ознакомление с основными этапами проведения экспериментальных исследований;
- изучение методологии моделирования технических систем и технологических процессов;
- ознакомление с методикой планирования и проведения экспериментов, обработки и оценки полученных результатов экспериментальных исследований.

**Интерактивные формы обучения** составляют 12 часов и включают в себя проблемные лекции и диспуты.

**Компетенции выпускника, формируемые в результате изучения дисциплины:**

Профессиональные компетенции:

- способность владеть междисциплинарным подходом как методологической основой построения и исследования методов и средств проектирования систем управления техническими объектами; владеть методами проведения натуральных и модельных экспериментов (ПК-1),
- готовность применять современные методы обработки и интерпретации результатов натуральных и модельных экспериментов при проведении научных и прикладных исследований, обобщать полученные результаты (ПК-2).

**Требования к уровню усвоения содержания дисциплины.**

Аспиранты должны приобрести следующие знания и умения:

- **знать:** методы и принципы проведения экспериментальных исследований, методики планирования эксперимента и обработки полученных результатов, критерии оценки эффективности исследований.
- **уметь:** планировать и проводить экспериментальные исследования, применять современные методы обработки и интерпретации результатов натуральных и модельных экспериментов при проведении научных и прикладных исследований в области теории автоматического управления, при построении и моделировании сложных систем управления техническими объектами и технологическими процессами.

## **I. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ**

### **КУРСА (18 час)**

**МОДУЛЬ 1. Принципы экспериментальных исследований (8 час.).**

**Раздел I. Этапы, методы и способы исследований (4 час.)**

**Тема 1. Общие сведения об экспериментальных исследованиях (2 час.)**

Понятия эксперимента и экспериментального исследования, их классификации. Этапы экспериментальных исследований.

**Тема 2. Методы и принципы экспериментального исследования (2 час.)**

Стратегия поиска. Комплексы методов экспериментальных исследований в теории управления и робототехнике.

## **Раздел II. Методология экспериментальных исследований (4 час.)**

### **Тема 1. Методика подготовки и проведения эксперимента (2 час.)**

Методика подготовки экспериментального исследования. Приемы экспериментального исследования. Методология моделирования технических систем и технологических процессов. Основные методы моделирования технических систем и технологических процессов. Принцип подобия. Определение регрессионных зависимостей. Понятие связи. Виды связи в статистике. Определение математической зависимости. Определение тесноты корреляционной зависимости

**Тема 2. Планирование эксперимента в исследованиях технических систем и технологических процессов (2 час.)**

Общие понятия в математическом планировании эксперимента. Определение и выбор параметров оптимизации и факторов технологических процессов. Полный факторный эксперимент. Проверка воспроизводимости опытов. Дробный факторный эксперимент. Интерпретация результатов факторного эксперимента.

## **МОДУЛЬ 2. Результаты экспериментальных исследований (10 час.).**

**Раздел I. Обработка результатов экспериментальных исследований (6 час.)**

### **Тема 1. Статистическая обработка данных в системе Mathcad (2 час.)**

Функции статической обработки встроенные в системе Mathcad. Особенности и недостатки данного программного пакета. Функции аппроксимации, регрессии и предсказания, представленные в системе Mathcad.

### **Тема 2. Статистическая обработка данных в системе MATLAB (2 час.)**

Работа с системой в режиме прямых вычислений. Ранжированная переменная в системе MATLAB. Категории функций в системе MATLAB. Виды операторов системы MATLAB и их назначение. Вывод результатов

вычислений в виде таблиц. Организация вложенных циклов. Правила задания многомерных функций. Интерполяция и аппроксимация данных.

**Тема 3.** Графические изображения результатов измерений. Презентация как средство представления итогов обработки данных **(2 час.)**

Основные элементы графики в трех программах Excel, Mathcad, MATLAB. Понятие о статических графиках. Основные элементы графика. Изображение изменений явления во времени и рядов распределения. Презентация как наглядное представление итогов работы. Этапы создания презентации. Виды диаграмм.

## **Раздел II. Анализ и внедрение научных исследований (4 час.)**

**Тема 1.** Анализ теоретико-экспериментальных исследований и формулирование выводов и предложений **(2 час.)**

Схема анализа теоретико-экспериментальных исследований. Сопоставление выдвинутой рабочей гипотезы с опытными данными наблюдений.

**Тема 2.** Внедрение и эффективность научных исследований **(2 час.)**

Этапы внедрения: опытно-производственное и серийное внедрение (внедрение достижений науки, новой техники новой технологии). Основные виды эффективности научных исследований: 1) экономическая эффективность; 2) укрепление обороноспособности страны; 3) социально-экономическая эффективность; 4) престиж отечественной науки. Критерии оценки эффективности исследований.

## **II. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА (18 час.)**

### **Практические занятия**

**Занятие 1.** Назначение и основы экспериментальных исследований **(2 часа)**

Выработка у экспериментатора целостного представления о экспериментальных исследованиях. Владение основами эксперимента на примере структурно-наследственного метода измерения твердости.

**Занятие 2.** Выполнение расчетов в электронной таблице Excel (4 час.)

Использование функций табличного процессора для обработки результатов экспериментальных исследований. Изучение приёмов работы с формулами, функциями, форматирование и редактирование данных. Описательные статистики, используемые при обработке экспериментальных данных. Математические и статистические системы, которые можно использовать для обработки экспериментальных данных. Понятие критерия. Понятие базы данных. Работа с функциями базы данных.

**Занятие 3.** Статистическая обработка в Mathcad (4 час.)

Математические и статистические функции в системе Mathcad. Изучение приёмов работы с формулами, функциями, форматирование и редактирование данных. Линейная и сплайновая интерполяции. Линейная и полиномиальная регрессия. Нелинейная регрессия общего вида.

**Занятие 4.** Статистическая обработка в MATLAB (4 часа)

Математические и статистические функции в системе MATLAB. Сплайновая аппроксимация. Сплайновая аппроксимация поверхности. Правила организации вложенных циклов, многомерных вычислений. Построение трехмерных графиков.

**Занятие 5.** Представление результатов эксперимента (4час.)

Выбор графических средств для иллюстрации количественных показателей результатов экспериментальных исследований. Алгоритм определения типа сравнения данных: покомпонентного, позиционного, временного, частотного, корреляционного. Построение диаграмм и графиков для составления отчетов. Представление презентации.



### III. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

#### ПЕРЕЧЕНЬ ТИПОВЫХ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ

1. Экспериментальные исследования и цель их проведения
2. Математическая модели и этапы математического моделирования.
3. Методы моделирования исследований.
4. Методы проведения исследований.
5. Ошибки выборочного наблюдения
6. Статистическая гипотеза. Рабочий инструмент статического анализа.
7. Правила выполнения статистических наблюдений.
8. Что такое корреляционная связь. Охарактеризуйте методы выявления корреляционной связи.
9. На какие этапы методически разделяется исследование операций?
10. На какие группы можно разделить методы математического программирования?
11. Что такое методика экспериментальных исследований?
12. Что называется стратегией поиска?
13. Какие задачи называются детерминированными, стохастическими?
14. Какие стратегии относятся к пассивным, к последовательным?
15. Что можно исследовать применительно к вопросам формоизменения в производстве машин посредством моделирования?
16. На какие комплексы применительно к изучаемым проблемам разбиваются методы экспериментальных исследований?
17. Что относится к комплексу металлургических экспериментальных исследований?
18. Что относится к комплексу экспериментального изучения механических свойств материалов?

19. На какие основные группы подразделяются современные экспериментальные исследования в области механики материалов?
20. Что относится к комплексу исследований по обоснованию фундаментальных основ прикладной теории пластичности?
21. Что входит в задачу поисковых опытов?
22. Как определяется количество частных методик для проведения поисковых опытов?
23. С какой целью в экспериментальных исследованиях используют метод сетевого планирования?
24. В чем заключается метод искаженных сеток?
25. На каких принципах построена обработка сеток?
26. В чем заключается метод визиопластичности?
27. На чем основаны методы муарэффекта и фотоупругих покрытий?
28. Назовите разновидности метода муарэффекта.
29. В чем заключаются методы вдавливания индентора?
30. Какая зависимость называется корреляционной ?
31. Какие задачи решает корреляционный анализ?
32. Что используется для измерения тесноты зависимости?
33. Какими путями для получения выборочных оценок и коэффициентов уравнения регрессии организуют проведение эксперимента?
34. Какие преимущества имеют активные эксперименты?
35. Что такое отклик? Каким требованиям должны отвечать отклики?
36. Факторы технологического процесса.
37. Из каких обязательных этапов состоит планирование, проведение и обработка результатов ПФЭ?
38. Какие способы используются в качестве графической интерпретации результатов экспериментальных исследований?
39. Методы обработки экспериментальных данных.
40. В чем заключается внедрение научных исследований?

41. Этапы внедрения научных исследований?
42. Экономическая эффективность научных исследований в целом?
43. Основные виды эффективности научных исследований?

#### **IV. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

##### **Основная литература**

(печатные и электронные издания)

1. Трусов В.С. Теория эксперимента: учеб. пособие / под ред. Л.Е. Радсон. – Томск: Изд-во Томского ун-та, 1983. – 183 с.
2. Котельников Р.Б. Анализ результатов наблюдений. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 143 с.
3. Костин В.Н. Теория эксперимента [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Костин В.Н., Паничев В.В.— Электрон. текстовые данные.— Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2013.— 209 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/30132>.
4. Рузавин Г.И. Методология научного познания [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Рузавин Г.И.— Электрон. текстовые данные.— М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2012.— 287 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/15399>.
5. Алексеев С.А. Экспериментальные методы исследования [Электронный ресурс]: Учеб. пособие / С.А. Алексеев, А.Л. Дмитриев, Ю.Т. Нагибин, Е.М. Никущенко, А.С. Супрун, В.А. Трофимов, А. Туркбоев, В.Т. Прокопенко, А.Д. Яськов. – СПб.: НИУ ИТМО, 2012. – 81 с. Режим доступа: <http://window.edu.ru/resource/595/76595>.

##### **Дополнительная литература**

(печатные и электронные издания)

6. Кузьмичев Д.А. и др. Автоматизация экспериментальных исследований: учеб. пособие / Д.А. Кузьмичев, И.А. Радкевич, А.Д. Смирнов. – М.: Наука, 1983. – 391 с.

7. Шутов А.И. Основы научных исследований [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Шутов А.И., Семикопенко Ю.В., Новописный Е.А.— Электрон. текстовые данные.— Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, ЭБС АСВ, 2013.— 101 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/28378>.

8. Бекряев В.И. Основы теории эксперимента [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Бекряев В.И.— Электрон. текстовые данные.— СПб.: Российский государственный гидрометеорологический университет, 2001.— 266 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/14903>.

9. Овсянников С.В. Экспериментальные исследования в мехатронных системах. Часть 1 [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Овсянников С.В., Бошляков А.А., Кузьмина А.О.— Электрон. текстовые данные.— М.: Московский государственный технический университет имени Н.Э. Баумана, 2010.— 52 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/31592>.